

## BAB III

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan cara yang digunakan dalam sebuah penelitian, sehingga dalam pelaksanaan dan hasil penelitian dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah. Pada penelitian ini menggunakan metode literatur dan metode eksperimen yaitu metode penelitian untuk mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan suatu hasil, hasil tersebut menunjukkan hubungan sebab dan akibat antara variabel satu dengan yang lain.

#### 3.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium beton jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Muhammadiyah Malang

#### 3.2 Rancangan Penelitian

Benda uji yang digunakan untuk penelitian kuat tekan beton yaitu berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm

**Tabel 3.1 Properti Benda Uji**

Silinder Beton (15 x 30 ) cm	Penggantian Agregat dengan Daur Ulang Beton				Jumlah
	0%	10%	20%	30%	
Tanpa Fly ash 5 %	3	3	3	3	12
Dengan Fly ash 5 %	3	3	3	3	12
Jumlah Total					24

#### 3.3 Alat dan Bahan

##### 3.3.1 Alat Penelitian

###### a. Alat Pemeriksaaan Beton

Timbangan, Botol Le Chatelier, Picnometer, Oven digital, Satu set saringan ASTM, Mesin penggetar ayakan , Corong/Conical Mould yang dilengkapi dengan batang penumbuk untuk mengukur kondisi SSD agregat halus, Mesin Los Angeles untuk mengukur keausan

agregat, kerangjang sample, Thermometer, Cetok semen, loyang nampan dll

b. Alat Pembuat, Perawatan dan Pengujian Benda Uji

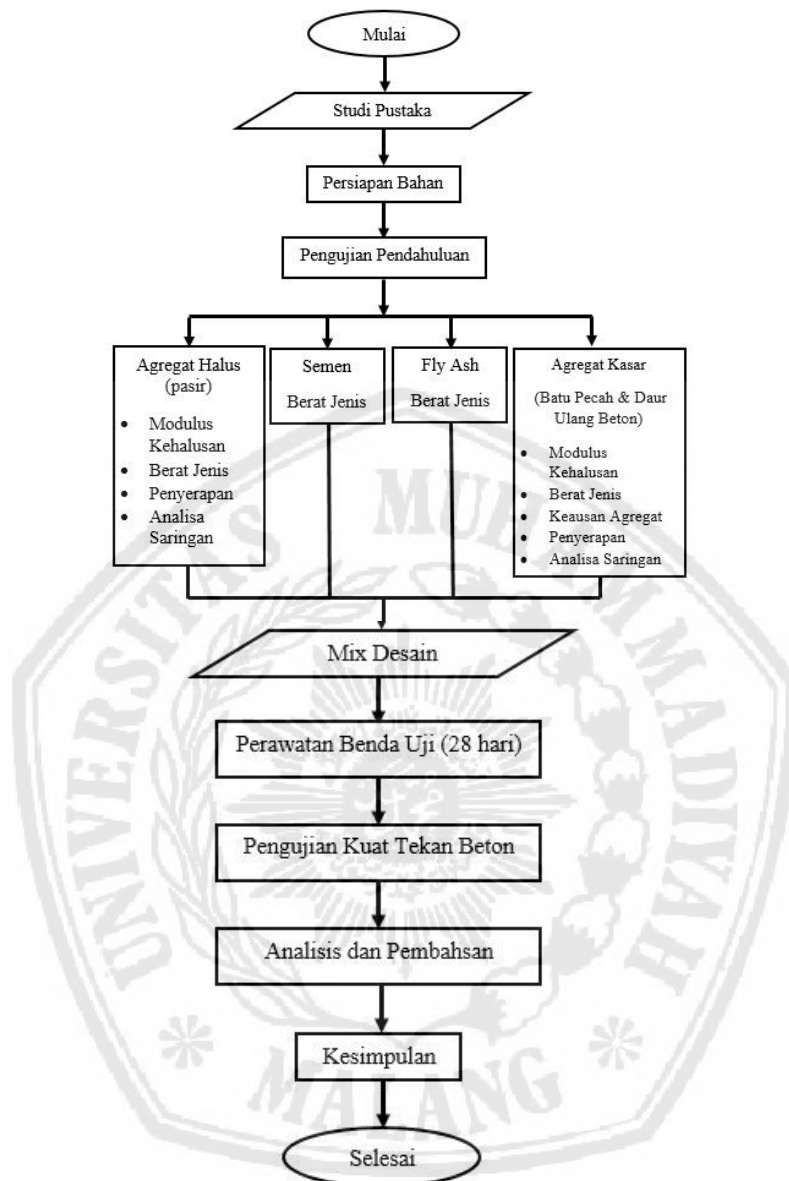
Cetakan benda uji silinder diameter 15 cm dan 30 cm, Timbangan, molen yng digunakan dalam mengaduk campuran beton, kerucut abrams yang terbuat dari baja yang dilengkapi dengan tongkat baja perojok yang digunakan untuk mengukur nilai slump adukan beton, Cetok semen, bak perendam benda uji untuk perawatan benda uji, Peralatan pembuka cetakan, Alat uji tekan dll

### 3.3.2 Bahan Uji

1. Semen yang dipergunakan adalah semen gresik tipe 1
2. Kerikil (batu pecah) yang dipergunakan merupakan kerikil pecah tangan yang berasal dari batu pecah Lumajang dan didapat dari lap Teknik Sipil Muhammadiyah Malang
3. Pasir yang dipergunakan yaitu yang berasal dari pasir Lumajang
4. Limbah daur ulang beton yang dipergunakan yaitu limbah beton dengan mutu K – 300
5. Abu terbang (*fly ash*) yang digunakan berasal dari limbah batu bara PLTU Tanjung Jati B di Jepara dengan tipe F
6. Air yang dipergunakan ialah air bersih dari jaringan laboratorium Universitas Muhammadiyah Malang

Dengan komposisi campuran semen : pasir : agregat = 1 : 2 : 3 atau 1 : 3 : 5, dengan jumlah air yang sama  $\pm 25$  % sehingga nilai slump sama dan penambahan 5 % fly ash

### 3.4 Diagram Alir Penelitian



➤ Pekerjaan Persiapan

1. Menyiapkan bahan – bahan yang akan digunakan yaitu : semen, agregat halus, agregat kasar ( kerikil + limbah / daur ulang beton dengan berbagai variasi )
2. Membuat agregat kasar dari limbah daur ulang beton dengan cara mengambil limbah daur ulang beton kemudian di hancurkan dengan hammer

- 3 Penyaringan *fly ash* bertujuan untuk mendapatkan ukuran yang direncanakan yaitu *fly ash* yang lolos saringan #100.

### 3.5 Pengujian

#### 3.5.1 Pengujian Material

- a. Uji berat jenis semen dan *fly ash*
- b. Uji berat jenis dan penyerapan agregat halus
- c. Uji berat jenis dan penyerapan agregat agregat kasar (batu pecah + daur ulang beton)
- d. Analisa saringan agregat halus dan kasar
- e. Uji Keausan agregat kasar (batu pecah + daur ulang beton) dengan Mesin Los Angeles

#### ➤ Pemeriksaan Material Penyusun Beton

##### 1. Pemeriksaan Berat Jenis Semen dan *Fly ash*

###### a. Maksud

Pemeriksaan ini dilakukan untuk menentukan berat isi semen portland dan *fly ash* yang digunakan untuk pengendalian mutu semen dan *fly ash*

###### b. Langkah – Langkah Percobaan

1. Mengisi botol *Le Chatelier* dengan kerosin atau minyak tanah sampai antara skala 0 sampai 1, kemudian mengeringkan bagian dalam botol diatas permukaan cairan.
2. Memasukkan botol kedalam bak air dengan suhu konstan, biarkan selama minimal  $\pm 60$  menit, agar suhu cairan didalam botol sama dengan suhu air rendaman.
3. Setelah itu baca skala pada botol, setelah suhu air sama dengan suhu cairan didalam botol (misal =  $V_1$ ).
4. Masukkan semua benda uji sedikit demi sedikit kedalam botol (sebanyak 64 gram), jangan sampai terjadi semen maupun *fly ash* menempel pada dinding dalam botol di atas cairan..

5. Setelah semua benda uji dimasukkan, botol diputar dengan posisi miring secara perlahan-lahan sampai gelembung udara tidak timbul lagi pada permukaan cairan.
6. Mengulangi pekerjaan pada langkah ke-2 dan membaca skala pada botol setelah suhu air sama dengan suhu cairan dalam botol (misal =  $V_2$ ).
7. Ulangi percobaan diatas untuk benda uji ke-2
8. Perhitungan berat jenis semen dan fly ash

$$\text{Berat jenis} = \frac{\text{berat semen} / \text{berat fly ash}}{v_2 - v_1} \times \gamma_d \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :  $v_1$  = pembacaan pertama pada skala botol

$v_2$  = pembacaan kedua pada skala botol

$(v_2 - v_1)$  = isi cairan yang dipindahkan oleh semen dengan berat tertentu

$\gamma_d$  = berat isi air pada suhu 4°C (1 gr/cm<sup>3</sup>)

## 2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

### a. Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis dan penyerapan agregat halus.

### b. Langkah – Langkah Percobaan

#### Persiapan benda uji

1. Siapkan kira-kira 1 kg agregat halus.
2. Keringkan dalam wadah yang sesuai sampai beratnya tetap, pada temperatur  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ . Biarkan mendingin sampai temperatur yang dapat dikerjakan, basahi dengan air, baik dengan cara melembabkan sampai 6% atau merendamnya, biarkan  $(24 \pm 4)$  jam.
3. Buang air perendam secara hati – hati jangan ada butiran yang hilang, kemudian letak kedalam talam lalu keringkan di udara panas sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh.
4. Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan kerucut terpancung, padatkan dengan penumbuk sebanyak 25 kemudian angkat. Keadaan

kering permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh, tetapi masih dalam keadaan tercetak.

5. Bila sudah tercapai masukkan 500 gram benda uji kedalam picnometer lalu masukkan air suling kedalamnya, putar sampai gelembung udara tidak terlihat didalamnya.
6. Tambahkan air sampai mencapai batas
7. Timbang picnometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (Bt)
8. Keluarkan benda uji kemudian keringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap kemudian dinginkan
9. Setelah dingin kemudian timbang (Bk)
10. Tentukan berat picnometer berisi air penuh dan ukur suhu air dengan suhu standart  $25^{\circ}\text{C}$  (B)
11. Perhitungan

$$\text{a. Berat jenis (bulk specific gravity)} = \frac{Bk}{B+500-Bt} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{b. Berat SSD} = \frac{500}{B+500-Bt} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{c. Berat jenis semu} = \frac{Bk}{B+Bk-Bt} \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{d. Penyerapan} = \frac{500-Bk}{Bk} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Dimana

Bk = berat benda uji kering oven (gram)

B = berat picnometer berisi air (gram)

Bt = berat benda uji kering permukaan jenuh didalam air (gram)

500 = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gram)

### 3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (Batu Pecah dan Daur Ulang Beton )

#### a. Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

#### b. Langkah – Langkah Percobaan

1. Siapkan benda uji kira – kira 10 kg
2. Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
3. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.
4. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1 sampai 3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram ( $B_k$ ).
5. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama  $(24 \pm 4)$  jam.
6. Keluarkan benda uji dari dalam air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan agregat hilang.
7. Timbang berat benda uji kering permukaan jenuh ( $B_j$ )
8. Timbang benda uji didalam pada temperatur  $25^{\circ}\text{C}$ , sambil menggoyang keranjang yang dalam keadaan tenggelam, untuk mengeluarkan udara yang terserap dan tentukan beratnya dalam air ( $B_a$ ).

9. Perhitungan

a. Berat jenis (bulk specific gravity)  $= \frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(6)$

b. Berat SSD  $= \frac{B_j}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(7)$

c. Berat jenis semu  $= \frac{B_k}{B_k - B} \dots\dots\dots(8)$

d. Penyerapan  $= \frac{B_j - B}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots(9)$

Dimana

$B_k$  = berat benda uji kering oven (gram)

$B_j$  = berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

$B_a$  = berat benda uji kering permukaan jenuh didalam air (gram)

#### 4. Analisa Saringan Agregat Halus

a. **Maksud**

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui ukuran butir dan gradasi agregat halus

b. **Langkah – Langkah Percobaan**

1. Ambil benda uji sebanyak 1000 gram kemudian cuci dengan air kemudian keringkan dengan oven selama 24 jam atau sampai berat agregat tetap dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$
2. Susun saringan mulai dari paling bawah pan, saringan dengan lobang terkecil sampai saringan dengan lobang terbesar yang paling atas. Pindahkan dan tempatkan susunan saringan tersebut keatas mesin penggetar
3. Masukkan benda uji mulai pada saringan teratas, kemudian tutup dan jepit pada kedua sisi atas dengan mengencangkan baut. Jalankan mesing penggetar selama 10 menit kemudian Biarkan selama 5 menit, untuk memberi kesempatan debu mengendap.
4. Buka saringan dan timbang berat masing-masing saringan berikut isinya
5. Hitung berat agregat yang tertahan pada masing-masing saringan
6. Perhitungan

$$FM = \frac{\text{persen berat tertahan saringan } 200}{100} \dots\dots\dots(10)$$

Dimana

FM = fines modulus atau modulus kehalusan agregat

## 5. Analisa Saringan Agregat Kasar

### a. Maksud

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui ukuran butir dan gradasi agregat kasar

### b. Langkah – Langkah Percobaan

1. Ambil benda uji sebanyak 2500 gram kemudian cuci dengan air kemudian keringkan dengan oven selama 24 jam atau sampai berat agregat tetap dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$
2. Susun saringan mulai dari paling bawah pan, saringan dengan lobang terkecil sampai saringan dengan lobang terbesar yang paling atas. Pindahkan dan tempatkan susunan saringan tersebut keatas mesin penggetar



3. Masukkan benda uji mulai pada saringan teratas, kemudian tutup dan jepit pada kedua sisi atas dengan mengencangkan baut. Jalankan mesing penggetar selama 10 menit kemudian Biarkan selama 5 menit, untuk memberi kesempatan debu mengendap.
4. Buka saringan dan timbang berat masing-masing saringan berikut isinya
5. Hitung berat agregat yang tertahan pada masing-masing saringan
6. Perhitungan

$$FM = \frac{\text{persen berat tertahan saringan 200}}{100} \dots\dots\dots(10)$$

Dimana

FM = fines modulus atau modulus kehalusan agregat

#### 6. Uji Keausan / Kekerasan Agregat

##### a. Maksud

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui daya tahan agregat kasar terhadap gesekan

##### b. Langkah – Langkah Percobaan

1. Ambil benda uji lalu oven dengan suhu 110°C selama 24 jam kemudian ditimbang dan dicatat beratnya
2. Masukkan benda uji kedalam mesin Los Angeles bersama bola gesek sebanyak 11 buah, kemudian tutup mesin lalu putar mesin dengan kecepatan 30 – 33 rpm, 500 putaran
3. Setelah selesai keluarkan benda uji kemudian saring dengan saringan no 12, butiran yang tertahan kemudian dicuci bersih dan keringkan dalam oven selama 24 jam
4. Kemudian keluarkan dari oven sehingga mencapai suhu kamar / ruangan kemudian catat dan ditimbang beratnya

#### 3.5.2 Pengujian Benda Uji

Adapun data yang diperlukan antara lain

1. Nilai slump campuran beton dari masing – masing komposisi agregat kasar dan daur ulang beton yang berbeda – beda ditentukan sebagai variabel tetap
2. Nilai kuat tekan beton dari masing – masing komposisi campuran

➤ **Pembuatan Benda Uji**

Langkah – langkah yang dilakukan dalam pembuatan dan perawatan benda uji sebagai berikut

1. Siapkan bahan dan alat yang akan digunakan untuk pembuatan beton
2. Lakukan pemeriksaan laboratorium terhadap material yang akan digunakan agar mutu yang direncanakan sesuai dengan perhitungan
3. Menimbang bahan yang dibutuhkan agar sesuai dengan perencanaan pembuatan beton
4. Pengadukan didahului dengan mengaduk semen, fly ash dan pasir dahulu kemudian masukan air dan agregat kasar ( limbah beton ) sampai semua tercampur
5. Setelah campuran homogen tuang campuran beton ke wadah beton
6. Kemudian masukan campuran beton kedalam cetakan sebanyak  $\frac{1}{3}$  dari tinggi cetakan kemudian padatkan sebanyak 25 kali
7. Setelah padat dan penuh lakukan perataan pada permukaan
8. Setelah itu cetakan disimpan ditempat yang sejuk dan minim getaran selama 24 jam. Setelah 24 jam benda uji dikeluarkan dari cetakan dan diukur dan dicatat beratnya.
9. Perawatan benda uji dilakukan dengan memasukkan benda uji kedalam kolam perendaman selama waktu yang telah ditentukan sesuai umur rencana

**A. Uji Slump Beton**

Slump adalah selisih perbedaan penurunan beton sebelum dan sesudah slump tes diangkat. Langkah langkah penentuan slump:

- a. Slump test diisi beton segar.
- b. Perojokan sebanyak 25 kali sampai slump terisi penuh beton segar.
- c. Pengangkatan slump test.
- d. Catat penurunan yang terjadi.

**B. Uji Kuat Tekan**

Uji kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji dilakukan perawatan sesuai dengan umur rencana. Uji kuat tekan dilakukan dengan SNI 03 – 1974 – 2011

Langkah – langkah pengujian sebagai berikut :

1. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris
2. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban 3- 5 kg per detik
3. Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur
4. Catat beban maksimum yang terjadi selama pengujian
5. Hitung kuat tekan beton , yaitu besarnya beban persatuan luas